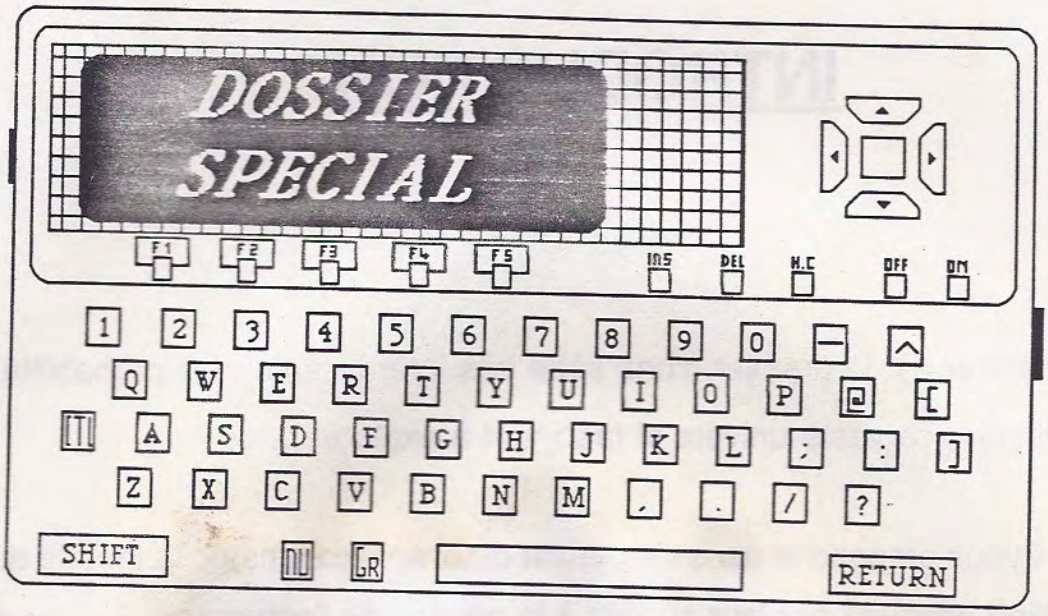


Méthode "PERT"

&

Chemin Critique

C7 C7

PRIX DE VENTE : 40 F

X-721 X-721

INTRODUCTION

Ce dossier est le premier d'une série très intéressante : les probabilités, les statistiques, ce vaste univers si fascinant à explorer...

Nous vous proposons dans l'immédiat deux applications de la théorie des graphes bien connues par leur succès à la gestion de l'entreprise. Il s'agit de **l'analyse du chemin critique et de la méthode P.E.R.T.** (Program Evaluation and Review Technique).

Ces méthodes, qui ont été d'abord utilisées pour la construction, deviennent aujourd'hui de plus en plus courantes pour tous les problèmes d'organisation et d'ordonnancement.

Pour se convaincre de l'utilité de ce genre de logiciel, nous n'avons qu'à regarder les ventes auprès des sociétés des logiciels du genre PLANNING, MAC PROJECT, DECISION PLANNER, etc... sur IBM et compatibles, MACINTOSH...

De tels programmes ont réussis à s'imposer par une puissance et une convivialité primordiales.

Nous vous proposons donc de suivre les traces de ces logiciels "haut de gamme" : le "soft" décrit n'est pas si élaboré mais permet quantité de prévisions !

Marc VILLEGAS

SOMMAIRE DU DOSSIER "PERT" & CHEMIN CRITIQUE

Introduction ..... Page 1

La méthode utilisée ..... Page 3

Le programme ..... Page 5

Un exemple d'application ..... Page 7

Listing des exemples ..... Page 10

Listing du logiciel ..... Page 12

C'est PARTI !!!

LA METHODE UTILISEE

Un problème d'ordonnancement peut être défini comme un processus de réalisation d'un objectif par l'accomplissement de plusieurs tâches. La relation entre ces tâches est le plus souvent de nature **temporelle** (une tâche i ne doit pas commencer avant telle date ou, au contraire, doit être achevée à telle date), ou de nature **séquentielle** (la tâche j ne peut commencer avant que la tâche i soit terminée).

Appliquée à ce genre de problème, l'analyse du chemin critique permet, tout au moins, de :

_ Détecter les tâches "critiques", c'est à dire celles dont l'exécution ne peut être ni retardée, ni ralentie sans que le temps total des travaux ne soit reporté.

_ Déterminer le meilleur temps total des travaux.

_ Etablir un ordonnancement.

La méthode P.E.R.T. utilise la même approche que l'analyse du chemin critique. Elle permet en plus de tenir compte de l'incertitude liée aux délais d'exécution des travaux. Il est en effet des situations où les données des opérations à effectuer ne sont pas connues de façon certaine (par exemple, opérations nouvelles, aléas de diverses natures). Dans de telles situations, la méthode P.E.R.T. s'avère plus adéquate que l'analyse du chemin critique.

Pour utiliser ces méthodes, on construit un **graphe orienté** composé de noeuds (ou sommets) et d'arcs (ou flèches).

Les **noeuds** sont des **événements** qui indiquent les étapes des travaux (par exemple, fin d'une activité, début d'une autre). Les noeuds sont numérotés de façon arbitraire, mais dans l'ordre croissant des travaux.

Les arcs sont des activités ou encore des tâches. L'arc est relié à sa gauche (en amont) à tous les arcs dont il dépend, et à sa droite (en aval) à tous ceux qui dépendent de lui; à l'exception des arcs dits "de départ" ou "fin". Chaque arc est désigné par une lettre permettant de reconnaître la nature de l'activité. Il convient de remarquer à ce sujet, que la longueur des arcs n'a rien à voir avec les délais d'exécution des activités. Elle dépend, en effet, uniquement des impératifs logiques - et parfois esthétiques - du graphe.

Selon les cas, on peut encore employer des arcs pointillés pour représenter des activités "fictives". Ces dernières ont une double mission : assurer la continuité du chemin et faire apparaître les marges éventuelles des tâches.

Une fois le graphe ou réseau contruit, la détermination du chemin critique se fonde sur deux notions de temps liées au commencement et à l'achévement des travaux :

_ ***Les dates de commencement au plus tôt*** : en partant du point de départ (date supposée égale à zéro), on examine pour tout événement (noeud), la date la plus proche de réalisation; lorsqu'il existe plusieurs chemins entre deux points, la date de commencement au plus tôt est bien entendu celle qui est obtenue en suivant le (ou les) chemin(s) de valeur la plus grande.

_ ***Les dates d'achèvement au plus tard*** : ces dates peuvent être obtenues en partant de la fin des opérations (noeud "fin") et en déduisant le temps d'exécution des activités concernées.

La comparaison des dates de commencement au plus tôt et des dates d'achèvement au plus tard fait apparaître que quelques activités ont une certaine souplesse, ou une certaine marge de temps, et que certaines autres n'en ont pas.

Le chemin critique peut donc être défini comme le chemin sur lequel les dates de commencement au plus tôt sont identiques aux dates d'achèvement au plus tard. **Autrement dit, le chemin critique est le chemin le plus long entre le départ et la fin.**

En présence d'une incertitude quant aux délais d'exécution, la méthode P.E.R.T. propose pour chacune des activités trois estimations de temps de réalisation : les durées maximale, minimale et la plus probable. Elle utilise ensuite les éléments de la théorie statistique pour déterminer les durées les plus vraisemblables des travaux.

En définitive, l'analyse du chemin critique et la méthode P.E.R.T. peuvent donc servir à optimaliser l'enchainement des travaux. Du même coup, elles rendent non seulement possible la recherche du coût de réalisation le plus bas, mais aussi l'accélération du programme initial au moindre coût. Ces possibilités peuvent se traduire soit par un aménagement des tâches non critiques dont la compression temporelle revient relativement le moins cher.

LE PROGRAMME

2.1 Introduction.

Comme son nom l'indique, le programme PERT contient les algorithmes appropriés pour l'analyse du chemin critique et la méthode PERT. L'utilisation de ce logiciel exige le respect de certaines règles dérivées des éléments de la théorie des graphes :

_ Chaque noeud (événement) doit porter un numéro différent.
_ Le point d'arrivée d'un arc orienté doit porter un numéro plus grand que celui du point de départ du même arc.
_ Puisque le chemin est défini comme une suite continue d'arcs dont l'extrémité terminale de l'un est l'extrémité initiale de l'autre, il faut s'assurer que tous les chemins du graphe ne sont pas interrompus. Si un chemin ne peut aboutir au noeud final, il est indispensable de créer un "pont" pour assurer la continuité du chemin. Concrétement, il suffit de créer un arc "fictif" (arc pointillé) de valeur nulle liant les extrémités interrompues.

Le logiciel dispose de quelques instructions de contrôle permettant de vérifier l'observation de ces rêgles.

2.2 Description sommaire du programme.

Ce programme utilise l'algorithme PERT relativement long et vous pourrez découvrir un listing très dépouillé : les lignes sont délibèrément très courtes pour permettre aux débutants de bien comprendre le cheminement suivi.

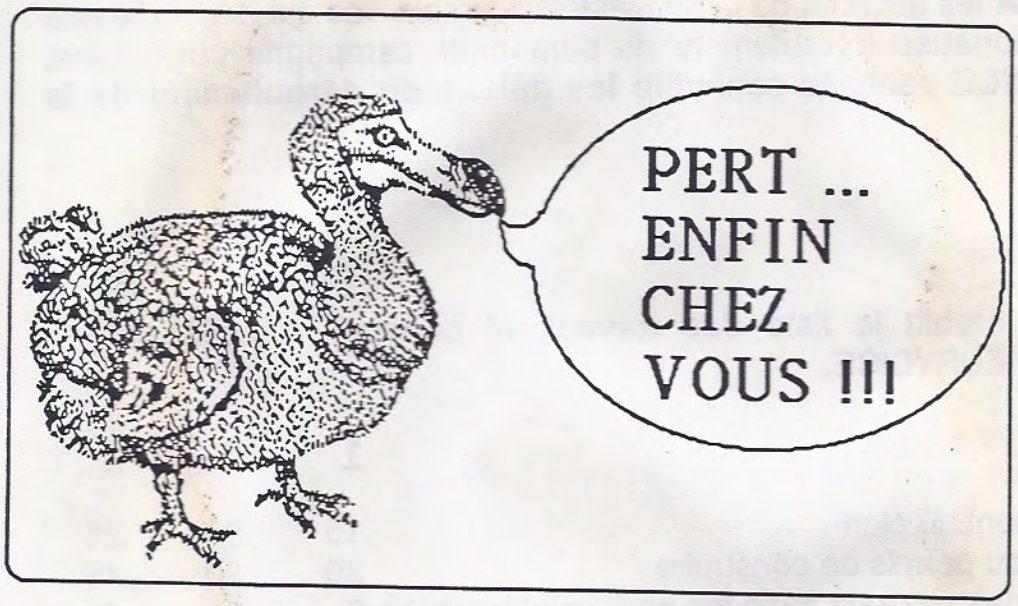
Basé sur trois notions de temps (temps optimiste T_0, temps normal T_n et temps pessimiste T_p), le temps d'exécution est estimé par la relation finale suivante :

$$T = [T_p + 4T_n + T_0] / 6 + [(T_0 - T_p) * K / 6]$$

où $(T_p + 4T_n + T_0) / 6$ est une moyenne pondérée des temps d'exécution,

où $(T_0 - T_p) / 6$ représente l'écart type entre les temps d'exécution et K une variable aléatoire qui varie entre -1 et 1.

Nous allons étudier tout ceci par de la pratique : rien ne vaut de bons exemples...



UN EXEMPLE D'APPLICATION A LA GESTION

3.1 Le problème.

La compagnie d'assurances "EURYDICE" étudie depuis un an **la création d'un nouveau bureau dans la banlieue de Lyon.** Après de longues démarches et négociations diverses, EURYDICE vient de signer un contrat de construction d'un bureau d'assurances avec M. JEAN, architecte. Afin de pouvoir démarrer les activités de la nouvelle succursale - ce qui demande une préparation laborieuse (recrutement du personnel, campagne publicitaire, etc.) -, EURYDICE souhaite connaître **les détails du déroulement de la construction.**

3.2 Les données.

M. JEAN établit la liste des travaux et construit "le réseau" de construction pour EURYDICE.

A	Tâches	1	2	3
a	Etablissement du plan	15	9	21
b	Obtention du permis de construire	30	30	45
c	Signature des contrats avec les parties intéressées	5	3	10
d	Transport du matériel au chantier	2	2	3
e	Installations de l'électricité et de l'eau du chantier	3	3	3
f	Fondation	10	8	15
g	Transport de terre pour le jardin	2	2	3
h	Murs	10	8	12
i	Toit	12	7	14
j	Décoration	10	8	15
k	Décoration à l'intérieur	10	9	13

(A) = lettre représentant les tâches.
(1) = temps de réalisation des travaux les plus probables.
(2) = temps de réalisation des travaux les plus optimistes (durée minimale).
(3) = temps de réalisation des travaux les plus pessimistes (durée maximale).

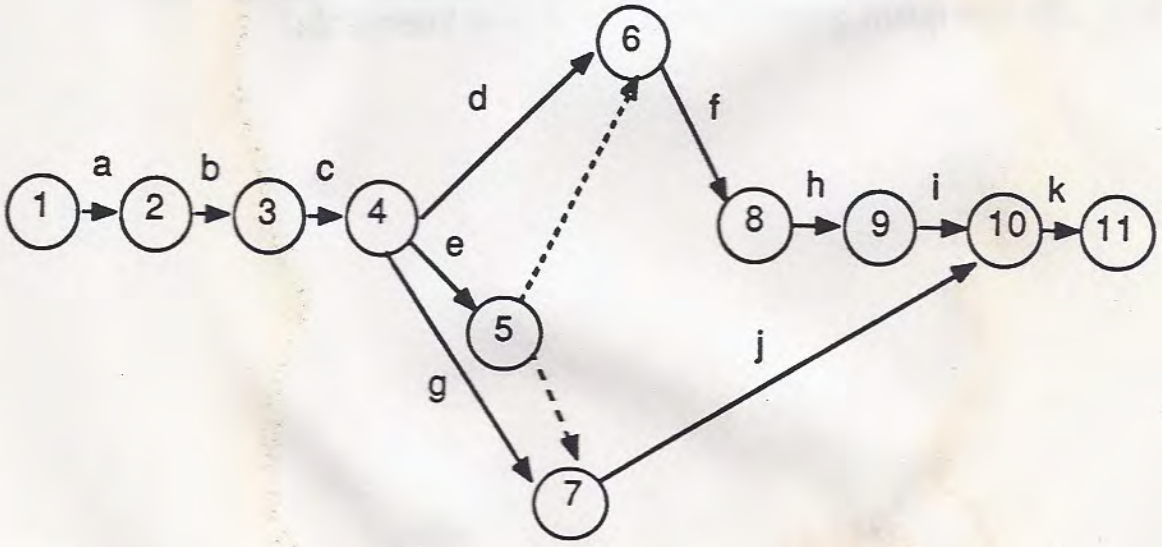
3.3 Les résultats.

Pour les résultats, vous pouvez voir le listing des résultats sortis. Deux essais ont été testés : le premier avec l'analyse du chemin critique et le second avec la méthode PERT.

Quelle que soit la méthode utilisée, le programme contrôle les données concernant le "réseau". Il énumère les événements (noeuds). Dans le problème, ces derniers sont au nombre de 11. Il imprime également la liste exhaustive des tâches (les tâches fictives comprises), numérote les activités, établit les relations de dépendance (points de départ et d'arrivée de chacun des travaux), et donne une durée à chacune des tâches.

Les tableaux "Evénements" établissent des "délais de commencement au plus tôt" ainsi que des "délais d'achèvement au plus tard". A partir de ces deux notions de base des algorithmes du chemin critique et de PERT, les écarts entre les délais peuvent être obtenus.

RESEAU DE CONSTRUCTION DE M. JEAN



Noeud représentant les événements

Arc représentant les activités

Arc pointillé représentant les activités fictives pour assurer la continuité du début à la fin

Les tableaux "activités" identifient les arcs critiques dans le réseau et repèrent ainsi le chemin critique.

Les deux essais ont conduit aux mêmes résultats : **le chemin reliant les noeuds 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 et 11 est le chemin critique**, c'est à dire le chemin le plus long entre le début et la fin des travaux de construction.

L'analyse du chemin critique calcule une durée totale de travaux de **95 jours**. La méthode PERT, en tenant compte de l'incertitude, prévoit quant à elle, une durée **d'un peu plus de 97 jours**. La différence entre les deux méthodes pour le présent problème est donc presque insignifiante.

Dans l'espoir de réduire le temps total de la construction, EURYDICE propose à M. JEAN d'examiner les possibilités de raccourcir les temps d'exécution des travaux "critiques". EURYDICE est en effet prête à renégocier avec l'architecte les moyens de construction en hommes, en matériel et en trésorerie. D'autres données peuvent alors intervenir...

Vous trouverez les exemples ainsi que le listing du programme à la suite de ces pages...

Nous espèrons que ce programme vous servira autant qu'à nous-mêmes : il s'avère très utile dès qu'un grand nombre de tâches intervient...

Ce dossier est édité par Les Editions NEPTUNE
Composition finale : M. André TONIC

PUBLICATIONS C7

1

* L.M. & nombres aléatoires
* L'interface PERITEL X-720
* Kit appel, Maths,Astro de LSC
* Jeux : Magic Circus , Dactylo ...
* Trucs,astuces,informations ....
* BEEPS TRES SPECIAUX !!!

2

SPECIAL L.M.

* Auto-programmation,adresses
* PAINT : 3 fonctions graphiques
* FICHIER,ASS/DESASS de LSC
* Carte 40 Ko d'INFOSYSTEMES
* Jeu de la VIE en L.M.

3

* Le sous-processeur T6834
* Les BOOLEENS du X-07
* Les sympathisants du X-07
* Nautilus,Calc,Graphe de LSC
* Les adresses : RST en folie
* COPYRIGHT en folie ...

4

* Solitaire/Pentominos : L.M.
* Agenda (LSC) , Calc (P.S.)
* Camemberts Statistiques
* Tri de nombres en L.M.
* Anti-BREAK en L.M.
* Adresses : Mots-Clés ...

5

* Traitement de textes (L.M.)
* adresses : fin des mots-clés
* Progs. en L.M. et BASIC
* Graphe (P.S.) , Forth (LSC)
* Références croisées (L.M.)
* Instruction BOX en L.M.

6

* Essais : Jeux 2 et R.D.I.
* Microbox d'ADIRIS
* Les routines de conversion
* Labyrinthe 3D , alarme ...
* 40 programmes (ETSF)
* Inversion vidéo rapide .

7

* Essais : XFORTH , SAISIE 07
* La société E.R.I.E.
* Traceur multi-courbes .
* Notes de frais : pratique ...
* Le livre de l'année .
* Lecteur de disquettes .

8

* Essais : X-740 , X-07 COM .
* Les sociétés de service .
* Polygones complexes .
* X-07 + LX-80 : génial !!
* Spécial X-720 : 2 logiciels .
* Télématique : feu vert !!

9

* Essai de la XP-150F .
* OLYMPIC GAMES 2 .
* Etiquettes : superbe !
* Vidéo : Rayon Z ...
* La télématique .
* Le deuxième livre !!!

10

Un super programme de Mathématiques en BASIC et L.M. : Etudes des fonctions numériques, vectorielles du plan et études cinématiques ! EXCEPTIONNEL !!!

NOM : ..... PRENOM : .....

ADRESSE : .....

☐ Gazette 1	☐ K7 N°1
☐ Gazette 2	☐ K7 N°2
☐ Gazette 3	☐ K7 N°4
☐ Gazette 4	☐ K7 N°5
☐ Gazette 5	☐ K7 N°6
☐ gazette 6	☐ K7 N°8
☐ gazette 7	☐ K7 N°9
☐ Gazette 8	
☐ Gazette 9	

☐ **Gazette 10 + K7 10 = 120 F**

TOTAL : ..... F

Frais d'envoi : 15 F

TOTAL GENERAL : ..... F

(Chaque élément coûte 40 F)

0 Chèque 0 Mandat 0 CCP (ordre : C7)

BON DE COMMANDE GENERAL

à retourner d'urgence à :

CLUB C7
33 av. Philippe Auguste
75011 PARIS

GAZETTES & K7 BIMESTRIELLES

Ω N°1 (40 F)
Ω N°2 (40 F)
Ω N°3 (40 F)
Ω N°4 (40 F)
Ω N°5 (40 F)
Ω N°6 (40 F)
Ω N°7 (40 F)
Ω N°8 (40 F)
Ω N°9 (40 F)

Ω K7 n°1/2 (60 F)
Ω K7 n°4/5 (60 F)
Ω K7 n°6/7 (60 F)
Ω K7 N°8 (40 F)
Ω K7 N°9 (40 F)

PROMOTIONS

_ Vous désirez 4 gazettes ou 4 K7 ? ... La **5ème** vous sera gracieusement offerte !

_ Vous désirez prendre les 9 gazettes... Vous n'en paierez que **7** !!

TOTAL 1 : ..... F

DOSSIERS SPECIAUX

∫ Graphismes scientifiques (20 F)
∫ Courbes en 3 dimensions (20 F)
∫ Le X-07 s'évade (40 F)
∫ Automatique et crise (40 F)
∫ Spécial télématique (40 F)
∫ Pert et chemin critique (40 F)
∫ Les systèmes linéaires (40 F)
∫ La K7 de tous ces dossiers (80 F)

PROMOTIONS

Vous désirez 7 dossiers et la K7 ? ... Vous ferez une économie de 70 francs en ne déboursant que **250 francs** au lieu de 320 francs !!

TOTAL 2 : ..... F

LES DEUX OUVRAGES

Ω "Les MYSTERES du X-07" (130 F)
Ω "Applications en Assembleur dans l'univers du X-07" (130 F)
Ω La K7 accompagnant le 2ème ouvrage (90 F)
Ω Les deux ouvrages ensemble (**240 F** au lieu de 260 F)
Ω Le 2ème ouvrage et sa K7 (**190 F** au lieu de 220 F)
Ω Les deux ouvrages et la K7 (**300 F** au lieu de 350 F)

TOTAL 3 : ..... F

Ω **PROMOTION GENERALE** : Si vous désirez tout connaître du CLUB C7 et vous procurer toutes les publications parues , nous vous offrirons tous les produits énumérés ci-dessus , sans exception , **au prix très avantageux de 1000 francs au lieu de 1290 Francs , soit plus de 22 % de réduction**!! Profitez-en !!

Nom : ..... Prénom : .....
Adresse : .....
Ω **TOTAL GENERAL** = T1 + T2 + T3 + 15 F (frais d'envoi) = ... F
Ω **PROMOTION GENERALE** : 1015 F .
Réglement à joindre à la commande : Ω Chèque Ω CCP Ω Mandat

LISTINGS DES EXEMPLES

ORDRE DES EVENEMENTS

1 , 2 , 3 , 4 , 6 , 5 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 ,

ACTIVITES ET DUREES CORRESPONDANTES:

ACTIVITE	DE	A	DELAI D'EXECUTION PREVU
1	1	2	15
2	2	3	30
3	3	4	5
4	4	6	2
5	4	5	3
6	4	7	2
7	5	6	0
8	5	7	0
9	6	8	10
10	8	9	10
11	7	10	10
12	9	10	12
13	10	11	10

EVENEMENTS:

Evens.	DELAI au plus tot	DELAI au plus tard	Ecart
1	0	0	0
2	15	15	0
3	45	45	0
4	50	50	0
6	53	53	0
5	53	53	0
7	53	75	22
8	63	63	0
9	73	73	0
10	85	85	0
11	95	95	0

ACTIVITES:

DE	A	TEMPS ATTENDU	TEMPS MAXIMUM SUPPLEMENTAIRE	
1	2	15	15	**ARC CRITIQUE**
2	3	30	30	**ARC CRITIQUE**
3	4	5	5	**ARC CRITIQUE**
4	6	2	3	
4	5	3	3	**ARC CRITIQUE**
4	7	2	25	
5	6	0	0	**ARC CRITIQUE**
5	7	0	22	
6	8	10	10	**ARC CRITIQUE**
8	9	10	10	**ARC CRITIQUE**
7	10	10	32	
9	10	12	12	**ARC CRITIQUE**
10	11	10	10	**ARC CRITIQUE**

ORDRE DU CHEMIN CRITIQUE:

1 2 3 4 5 6 8 9 10 11

..AVEC UNE LONGUEUR ESTIMEE DE: 95

CHEMIN CRITIQUE

ORDRE DES EVENEMENTS

1 , 2 , 3 , 4 , 6 , 5 , 7 , 8 , 9 , 10 , 11 ,

ACTIVITES ET DUREES CORRESPONDANTES:

ACTIVITE	DE	A	DELAI D'EXECUTION PREVU
1	1	2	15.38
2	2	3	30.53
3	3	4	6.12
4	4	6	2.19
5	4	5	3
6	4	7	2.06
7	5	6	0
8	5	7	0
9	6	8	10.02
10	8	9	9.96
11	7	10	11.27
12	9	10	11.5
13	10	11	9.91

EVENEMENTS:

Evenm.	DELAI au plus tot	DELAI au plus tard	Ecart
1	0	0	0
2	15.38	15.38	0
3	45.91	45.91	0
4	52.03	52.03	0
6	55.03	55.03	0
5	55.03	55.03	0
7	55.03	76.04	21
8	65.96	65.96	0
9	75.92	75.92	0
10	87.31	87.31	0
11	97.23	97.23	0

ACTIVITES:

DE	A	TEMPS ATTENDU	TEMPS MAXIMUM SUPPLEMENTAIRE	
1	2	15.38	15.38	**ARC CRITIQUE**
2	3	30.53	30.53	**ARC CRITIQUE**
3	4	6.12	6.12	**ARC CRITIQUE**
4	6	2.19	3	
4	5	3	3	**ARC CRITIQUE**
4	7	2.06	24	
5	6	0	0	**ARC CRITIQUE**
5	7	0	21	
6	8	10.02	10.02	**ARC CRITIQUE**
8	9	9.96	9.96	**ARC CRITIQUE**
7	10	11.27	32.29	
9	10	11.5	11.5	**ARC CRITIQUE**
10	11	9.91	9.91	**ARC CRITIQUE**

ORDRE DU CHEMIN CRITIQUE:

1 2 3 4 5 6 8 9 10 11

..AVEC UNE LONGUEUR ESTIMEE DE: 97.22668720000E2

PERT

LISTING DU LOGICIEL

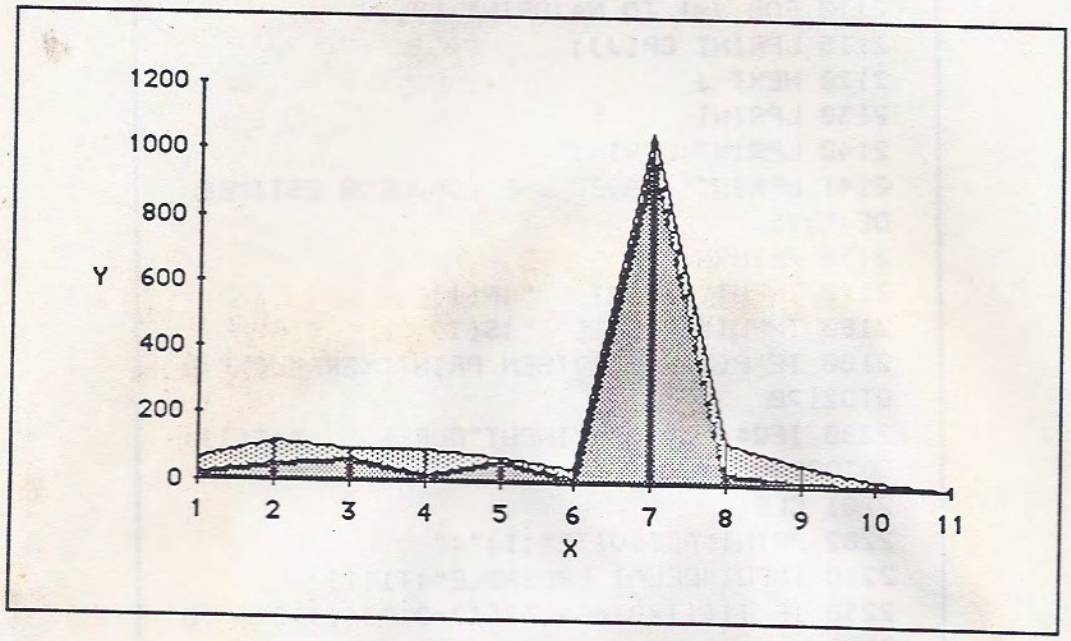
```
5 REM"PERT"
10 REM CHEMIN CRITIQUE - PERT
12 CLS
15 INPUT"   PROGRAMME AVEC          IMPRIM
ANTE     ";U
16 LPRINT[1,1]
59 CLS
60 INPUT"CHEMIN CRITIQUE  <C>P.E.R.T.
      <P>";Q$
62 CLS
65 IF Q$="C"THEN80
66 IF Q$<>"P"THEN60
80 INPUT"NOMBRE D'ACTIVITES";A
85 CLS
90 DIM N(A+1),E(A+1),L(A+1),LAG(A+1)
100 DIM T1(A),T2(A),T3(A),T(A),SD(A)
110 DIM CP(A+1),KL(A+1),P(A+1),S(A+1),R(
A+1)
130 FOR I=1 TOA
140 PRINT"** ACTIVITE:";I;"**"
150 GOSUB2170
160 NEXTI
190 N1=0
200 FOR I=1 TOA
210 FOR J=1 TON1
220 IF P(I)=N(J) GOTO260
230 NEXTJ
240 N1=N1+1
250 N(N1)=P(I)
260 FOR J=1 TON1
270 IF S(I)=N(J)GOTO 310
280 NEXTJ
290 N1=N1+1
300 N(N1)=S(I)
310 NEXTI
330 PRINT"ORDRE DES EVENEMENTS"
331 LPRINT"ORDRE DES EVENEMENTS"
340 LPRINT"----------------------------
-------------------"
360 FOR J=1 TON1:PRINT N(J);
365 LPRINT N(J);",";
370 NEXT J:LPRINT
380 IF Q$="C"THEN460
400 FOR I=1 TOA
410 T(I)=(T2(I)+(4*T1(I))+T3(I))/6
420 SD(I)=(T3(I)-T2(I))/6
430 KI=2*RND(1)-1
440 T(I)=T(I)+(SD(I)*KI)
450 NEXT I
460 LPRINT:LPRINT
461 CLS
```

```
470 LPRINT"ACTIVITES ET DUREES CORRESPON
DANTES:"
480 LPRINT"----------------------------
------------------"
490 LPRINT"ACTIVITE  DE   A    DELAI D'E
XECUTION"
491 LPRINT"                              
                    PREVU"
510 LPRINT"----------------------------
------------------"
520 FOR I=1 TOA
530 LPRINT TAB(3);I;TAB(10);P(I);TAB(15)
;S(I);
540 LPRINT TAB(25);INT(100*T(I)+.5)/100
550 NEXT I
560 LPRINT"----------------------------
------------------"
590 FOR I=1 TOA
600 R(I)=I
610 NEXT I
620 A1=A
630 A1=A1-1
640 A2=0
650 FOR I=1 TOA1
660 K=R(I)
670 K1=R(I+1)
680 IF P(K)<=P(K1)THEN730
690 R1=R(I)
700 R(I)=R(I+1)
710 R(I+1)=R1
720 A2=1
730 NEXT I
740 IF A2=1 THEN630
760 FORI=1TOA
770 K=R(I)
780 A3=P(K)
790 GOSUB1640
800 I1=K3
810 K=R(I)
820 A3=S(K)
830 GOSUB1640
840 I2=K3
850 K=R(I)
860 M=E(I1)+T(K)
870 IF E(I2)>=M THEN900
880 K=R(I)
890 E(I2)=E(I1)+T(K)
900 NEXTI
930 FORI=1 TOA
940 R(I)=I
950 A1=A
960 A1=A1-1
970 A2=0
980 FOR I=1 TOA1
990 K=R(I)
1000 K1=R(I+1)
1010 IF S(K)>=S(K1)THEN1060
1020 R1=R(I)
1030 R(I)=R(I+1)
1040 R(I+1)=R1
```

```
1050 A2=1
1060 NEXTI
1070 IF A2=1 THEN960
1090 FOR I=1 TOA
1100 K=R(I)
1110 A3=S(K)
1120 GOSUB1640
1130 I1=K3
1140 K=R(I)
1150 A3=P(K)
1160 GOSUB1640
1170 I2=K3
1180 K=R(I)
1190 M=L(I1)+T(K)
1200 IF L(I2)>=M THEN1230
1210 K=R(I)
1220 L(I2)=L(I1)+T(K)
1230 NEXTI
1240 K=R(1)
1250 A3=S(K)
1260 GOSUB1640
1270 C=E(K3)
1280 FOR I=1 TON1
1290 L(I)=C-L(I)
1300 NEXT I
1320 FOR I=1 TON1
1330 LAG(I)=L(I)-E(I)
1340 NEXTI
1360 GOSUB1720
1380 KK=1
1390 FOR I=1 TON1
1400 IF ABS(LAG(I))>=0.01 THEN1460
1410 LAG(I)=0
1420 CP(KK)=N(I)
1430 KL(KK)=L(I)
1440 N4=KK
1450 KK=KK+1
1460 NEXTI
1470 N5=N4-1
1480 FORI=1 TON5
1490 I1=I+1
1500 FOR J=I1 TO N4
1510 IF KL(I)>KL(J) THEN1540
1520 IF KL(I)<KL(J) THEN1600
1530 IF CP(I)<=CP(J)THEN1600
1540 IT=KL(I)
1550 JT=CP(I)
1560 KL(I)=KL(J)
1570 CP(I)=CP(J)
1580 KL(J)=IT
1590 CP(J)=JT
1600 NEXTJ,I
1610 GOSUB1850
1620 END
1640 FOR J=1 TON1
1650 K3=J
1660 IF N(K3)=A3 THEN1690
1670 NEXTJ
```

```
2080 LPRINT:LPRINT
2090 LPRINT"ORDRE DU CHEMIN CRITIQUE:"
2100 LPRINT
2110 FOR J=1 TO N4:PRINT CP(J)
2115 LPRINT CP(J);
2120 NEXT J
2130 LPRINT
2140 LPRINT:LPRINT
2141 LPRINT"..AVEC UNE LONGUEUR ESTIMEE
DE:";T5
2150 RETURN
2170 INPUT"DEPART    ";P(I)
2180 INPUT"ARRIVEE   ";S(I)
2190 IF P(I)>=S(I)THEN PRINT"<ERREUR>":G
OTO2170
2200 IFQ$="C"THEN INPUT"DUREE     ";T(I):
GOTO2280
2201 CLS
2202 PRINT"ACTIVITE";I;":"
2210 INPUT"DELAI PROBABLE";T1(I)
2230 IF T1(I)=0THEN T2(I)=0:T3(I)=0:GOTO
2280
2240 INPUT"LE + optimiste";T2(I)
2250 IF T2(I)>T1(I) THEN PRINT"<ERREUR>"
:GOTO2240
2260 INPUT"LE+ pessimiste";T3(I)

2265 CLS
2270 IF T3(I)<T1(I)THEN PRINT"<ERREUR>":
GOTO2260
2280 CLS
2285 RETURN
```



Chemin graphique ...